Edaphische Wirkungen des Kalkes auf die Vegetation tropischer Karren und Karrenfelder.

Von

Dr. Carl Curt Hosseus.

A. F. W. Schimper[1]) führt in seiner »Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage« folgendes über die edaphische Wirkung des Kalkes auf den tropischen Pflanzenwuchs aus:

»Der Kalk scheint in warmen Klimaten eine wesentlich andere Wirkung auf das Pflanzenleben auszuüben als in temperierten und kalten. Die Verwitterungsböden von reinem Kalkgestein bieten weniger günstige Bedingungen für den Pflanzenbau und die Zahl der Gewächse, deren Entwicklung durch Kalkdüngung günstig gefördert wird, ist kleiner in den niederen als in den hohen Breiten[2]).

Über den Einfluß der chemischen Eigenschaften des Kalks auf die Gliederung der Pflanzendecke ist für die Tropen ganz sicheres nicht bekannt, obwohl mehrere Arten an Kalkboden gebunden zu sein scheinen. Die bis jetzt nachgewiesenen Wirkungen des Kalkbodens sind auf steinige, humusarme Standorte in periodisch trockenen Gebieten beschränkt und wohl in erster Linie auf die geringe wasseraufsaugende Kraft des Kalks, also auf eine rein physikalische Eigenschaft, zurückzuführen.«

Dem steht die Ansicht von A. Grund[3]) gegenüber, die im Auszug nach der erweiterten, kritischen Besprechung von A. Rühl[4]) feststellt: »Wenn auf eine Kalkoberfläche atmosphärischer Niederschlag fällt, so wird das Wasser vom Kalk aufgesogen, aber nicht in der Art und Weise, wie es bei durchlässigen Gesteinen, z. B. Sandstein, der Fall ist. Denn der Kalkstein gehört nicht in die Gruppe der durchlässigen, sondern vielmehr in

---

1) A. F. W. Schimper, »Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage« S. 407.

2) A. F. W. Schimper, S. 407 (Wohltmann).

3) A. Grund, »Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges, Bd. 9, 1910.«

4) A. Rühl, »Grunds Studien im Dinarischen Gebirge«, Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1911, S. 312.

die der löslichen Gesteine und diese Eigenschaft der Löslichkeit ist es, die bewirkt, daß das Wasser im Kalk nicht oberflächlich abrinnt, sondern vielmehr von ihm wie in einem Schwamme verschluckt wird.«

Wir haben es hier mit einer chemischen Wirkung des Niederschlages auf die Gestalt des Kalksubstrates zu tun, die auch für »periodisch trockene Gebiete« in betracht kommt. Die Pflanze wird also Vorkehrungen treffen müssen, sich diese Veränderung ihres Substrates einerseits möglichst rasch, anderseits möglichst nachhaltig zu sichern. Die Bedeutung des chemischen Einflusses auf das Vorkommen sogenannter »kalkliebender« oder »kalkfliehender« Pflanzen erkennt A. F. W. Schimper für die Pflanzen Europas auch an, während er für die tropischen Gebiete die physikalischen Eigenschaften in Anspruch nimmt. Ich führe diese verschiedenen Ansichten deshalb als Einleitung an, um zu zeigen, daß in den grundlegenden Begriffen selbst bei demselben Forscher verschiedene Anschauungen für tropische und kalte oder temperierte Zonen angenommen werden.

Die äußere Veranlassung, diese schon länger vorbereitete Studie abzuschließen, wurde dadurch gegeben, daß es mir bei der definitiven Feststellung einer Anzahl Pflanzen meiner Siam-Expedition[1]) im Kew-Herbarium gelungen ist, eine rein kalkliebende Pflanze aus der Familie der Compositen zu entdecken. Bei der Beschreibung der neuen Art, *Senecio Craibianus* Hoss.[2]) fand ich nämlich, daß ihre nächste Verwandte *Senecio Kurzii* Clarke mss.[3]) nur auf Granit gedeiht. Beide stammen aus der siamesisch-birmanischen, resp. birmanisch-siamesischen Grenzgebirgszone und wurden fast auf dem gleichen Längengrad, 1—1 $1/2$ Breitegrade voneinander entfernt gefunden. Da sich die Verwandtschaft beider pflanzengeographischer Zonen auch aus einer größeren Anzahl anderer Funde feststellen läßt, ist ein Irrtum ausgeschlossen. Die Unterschiede der Pflanzen werden wir später noch kennen lernen. Zuerst wollen wir uns kurz der geographischen Beschaffenheit des Standortes zuwenden.

Die Erscheinung der Karrenfelder ist aus den Tropen naturgemäß weniger wie aus unseren Alpen oder dem Karste bekannt. Da ich schon vor meiner Reise nach Asien mich mit diesbezüglichen Fragen beschäftigte, die ich in den letzten Jahren wieder vor allem in bezug auf den Zusammenhang[4]) zwischen Vegetation und Karren aufnahm, erfüllte es mich mit besonderer Genugtuung, als ich während meines Aufenthaltes in Nord-Siam am 17., 18. und 19. Februar 1905 auf dem 2220 m hohen Doi Djieng Dao ein mächtiges Karrenfeld auf der Südsüdostseite dieses Nummulitenkalk-

1) Über den äußeren Verlauf der Expedition vgl. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1906 S. 190 ff.

2) C. C. Hosseus, Beihefte z. Bot. Centralblatt 1911. II. Abt. S. 454.

3) C. B. Clarke, Compositae mediae p. 194 (Syn. *Senecio Griffithii* var. *Kurzii*).

4) Kurz ausgeführt in C. C. Hosseus: »Die Pflanzenwelt Bad Reichenhalls und seiner Berge auf geogr.-geol. Grundlage.« Verlag A. Bühler, Bad Reichenhall 1911.

massives feststellen konnte, nachdem ich am 16. Februar bereits am Fuße des Berges die merkwürdige Ähnlichkeit des Kalkes in den Höhlen mit karrigen Gebilden beobachtet hatte. Die genaue Beschreibung des Kalkmassives und des Geländes dortselbst findet sich in meinem demnächst erscheinenden Buch[1]).

Der Doi Djieng Dao liegt ungefähr auf dem 100 ö. L. und dem 19° 30′ n. Br., eine Stunde von der Schan- und Lao-Stadt Djieng (Chieng) Dao entfernt. Der etwa 2220 m hohe Bergstock stellt ein zum Teil mit Urwald bewachsenes, isoliertes Kalkmassiv dar, eines der wenigen Einsprenglinge in den zumeist archäischen von Nordost nach Südwest streichenden siamesisch-birmanischen Höhenzüge, selbst hierzu quer verlaufend. Vom Fuße aus betrachtet gleicht der Doi Djieng Dao einem abgeflachten Kegel, von dem sich kaum merklich 3 niedere Spitzen, darunter die von uns bestiegenen Punkte II und III abheben, während die höchste Spitze, westlich sich anschließend, nicht sichtbar ist. An dem nördlichen Grate ragen groteske Euphorbiaceen-Bäume und Palmen in die Lüfte.

Bei der Besteigung fand ich nach gemischtem Dipterocarpaceen- und Eichenwald ab 1000 m geschlossene Bambuswälder mit 3 verschiedenen Arten, darunter *Bambusa tulda* Roxb., die bis 1300 m zu beobachten sind. Wir haben hier zerklüfteten, anstehenden Nummulitenkalk. Auf ihm macht sich die erste edaphische Wirkung des Kalkes auf die Vegetation und zwar auf die Bambusstauden geltend.

Da wir seit einem Tag ohne Wasser gewesen waren und hier oben auch keins fanden, stürzten sich meine Träger auf die Bambusstauden mit dem Ruf »Nam Mai — Sang Ba«. Die Laoten schlugen die Stämme nieder und wirklich befand sich in einem großen Teil der Internodien Wasser. Es waren freilich infolge der langanhaltenden Trockenheit — wir waren seit 4 Monaten ohne Regen gewesen — nicht alle Internodien damit versehen, aber doch eine große Anzahl. In den $^1/_2$ m langen Zwischenräumen zwischen den Nodien war $^3/_8$ bis $^1/_4$ Liter Wasser enthalten, das die Eingeborenen mit langen Röhrchen aussaugten. Die Flüssigkeit schmeckte faul und bitter, ihr Genuß ist wohl nur in der Not anzuraten.

In der Literatur über die Bambusstauden, die ich zurzeit für eine andere Abhandlung bearbeite, fand ich über das Vorkommen von Wasser und dessen Genuß von menschlicher Seite wenig Positives. *Bambusa tulda* ist speziell in Indien sehr häufig und eingehend ihrer Bedeutung[2]) gewürdigt worden, aber kein Wasservorkommen erwähnt. Dagegen ist u. a. in Englers

---

1) C. C. Hosseus, »Durch König Tschulalongkorns Reich«. Verlag von Rudolf Eichler, Leipzig 1911.

2) Sir George Watt, »A Dictionary of the Economic Products of India« 1889 und Kurz, »Bamboo and its Uses«, um nur zwei aus der Fülle herauszugreifen.

Pflanzenfamilien und den Gramineen von Hackel[1]) bei der Besprechung der bekannten, Kieselsäure enthaltenden, chemischen Medizin, Tabaschir, die aus Bambus gewonnen wird und eine Rolle als Exportartikel spielt, folgende Angabe enthalten:

»Die Entstehung des Tabaschir ist noch nicht in allen Punkten aufgeklärt, die wahrscheinlichste Annahme ist, daß den Bambusstengeln zur Zeit ihres überaus raschen Wachstums von den Wurzeln große Mengen von Wasser zugeführt werden, welches sich in den hohlen Internodien ansammelt. Die darin gelösten kieselsauren Alkalien werden wahrscheinlich durch Kohlensäure oder organische Säuren zersetzt, die gebildeten Alkalisalze samt dem Wasser später resorbiert und eine Kieselgallerte zurückgelassen, die allmählich zu dem Tabaschir erhärtet.«

Das Vorhandensein von so großen Mengen Wassers in den Bambusstauden auf dem wasserarmen, durchlässigen Kalkstein läßt uns diese Erklärung für Kieselsubstrat als begründet erscheinen. Auf dem Doi Djieng Dao fand ich kein Tabaschir. Wir müssen diese Aufspeicherung von Wasser in den Internodien hier wohl als eine Anpassung an das Substrat betrachten, ähnlich wie bei dem verdickten Stamm der sukkulenten Kakteen der Halbwüsten, Wüsten und Steppen oder teilweise dem verdickten Wurzelstock baumbewohnender Rhododendren, so *Agapetes Hosseana* und *Rhododendron Veitchianum*, von denen wir noch später auf die erstere zu sprechen kommen. Obwohl ich schon in anderem Zusammenhang[2]) die Tatsache des Wasserführens angeführt habe, ist ihr, da ich ihre genetische Bedeutung nicht erwähnte, in den Besprechungen weiter kein Gewicht beigelegt worden. Diese edaphische Wirkung des Kalkes wird von um so größerer Bedeutung, als ich bei meinen späteren Untersuchungen in alluvialem und diluvialem Gebiet, sowie auf anstehendem archäischen Gestein, Sandstein oder Lateritboden kein Wasserführen beobachten konnte. Die Bambusstauden auf dem Doi Djieng Dao waren ohne Unterschied des Alters wasserführend, so daß hier »das überaus rasche Wachstum« allein nicht in Betracht kommen kann. Wir haben es vielmehr mit einer durch osmotischen Druck bewirkten ständigen Ergänzung des Wasservorrates in der Regenzeit zu tun, die durch die Eigenschaft des Kalkes bedingt ist. Der Kalk verschluckt »wie ein Schwamm« und bietet so den zahlreichen Wurzeln die Möglichkeit in der Regenperiode ständig Kalkwasser aufzunehmen, dieses kann nun infolge der Beschaffenheit der Bambusstaude in den Internodien aufgespeichert werden, so daß im Notfalle in der Trockenzeit genügende Reservestoffe im Innern des Stammes vorhanden sind.

Wir steigen weiter den Doi Djieng Dao aufwärts. Noch immer treten

1) Hackel, »Gramineen«, in Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam. II. S. 92.

2) C. C. Hosseus, »Die Bedeutung der Bambusstaude in Siam« im Archiv f. Anthropologie 1911, Bd. X, S. 71.

die Bambusen mit einem guten Jungbestand formationsbildend und weder Unterholz noch Kräuter zulassend auf. Die Blätter an den verzweigten Stämmen sind an den Rändern zumeist eingerollt, ebenfalls eine Anpassung an das Substrat. Die Rollung bewirkt eine Verhinderung zu großer Verdunstung durch Schutz der Spaltöffnungen.

Erst gegen 1500 m beginnen wenigstens in diesem Teil andere Baumarten, Sterculiaceen, Leguminosen, so *Bauhinia variegata* Linn., *Vernonia volkameriifolia* D.C. var. *siamica* Hoss. n. v. mit niederem, kugelförmigem Wuchs an ihre Stelle zu treten. Unterholz und Buschwerk ist immer noch wenig vorhanden. Unter den Bäumen finden wir eine *Sterculia campanulata* Wall. sehr nahestehende, kalkliebende Form. Auch sie weist eine Eigenart auf, die von Bäumen sonst nicht bekannt ist. Die Griffel ihrer Blüten haben nämlich autonome Variationsbewegungen. Auch hier müssen wir uns unwillkürlich fragen, ob diese Tatsache nicht in genetischem Zusammenhang mit dem Substrate steht; kommen aber einstweilen zu keiner befriedigenden Antwort.

Im gleichen Gelände auf anstehendem Kalk finden wir eine größere Anzahl kletternder Palmen. Auch in diesen ist eine große Menge Wasser aufgespeichert, das beim Anschlagen zu fließen beginnt, ebenfalls eine Erscheinung, die ich sonst nur in sumpfigen Gebieten und auch dort selten beobachten konnte, die meines Erachtens als eine Wirkung des zum Aufspeichern zwingenden Kalkes zu betrachten ist.

Am 18. Februar wurde dann von dem 1600 m hohen Lager aufgebrochen. Bald befanden wir uns auf einem leicht geneigten, weit sich nach Südwesten und Westen erstreckenden Karrenfelde, das sich bis über 2100 m aufwärts nach Westen zu erstreckte. Dieses Gelände wies nun keinen Baumwuchs auf. An seine Stelle traten eine Anzahl verholzter Kräuter, darunter in Menge *Senecio Craibianus* Hoss. Wir wollen hier jetzt zum Vergleich die Granitpflanze *Senecio Kurzii* C. B. Clarke[1]) von dem 1500 m hohen Gipfel des Moolee bei Martaban in Birma und dem nordöstlicher gelegenen Thoung-gyun zwischen 1500 und 1800 m ü. d. M. an der birmanischen-siamesischen Grenze heranziehen. Kurze, verholzte Pflanzen mit fast kahlen, geraden, dicht an allen gegen das Ende beblätterten Zweigen mit kleinen, lanzettlichen Blättern und kleineren Blüten.

Ganz anders ist der Habitus unserer Karrenfeldpflanze — ein treffliches Beispiel für eine tropische kalkliebende Pflanze: lange, verholzte, gebogene oder gekrümmte Zweige, an deren Ende sich lange, breitere Blätter befinden. Der Stamm ist behaart, gegen das Ende dicht wollig, ebenso die

---

1) Wie bereits erwähnt erfolgten die Nachbestimmungen des Restes meiner Siam-Pflanzen im Kew-Herbarium. Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Lieut.-Colonel Prain und Herrn Dr. Stapf verbindlichsten Dank für die Erlaubnis, dortselbst zu arbeiten, aussprechen.

basalen Blattteile mit teilweise nach innen gebogenen Rändern; große, gelbe Blüten an einem dreiteiligen Blütenstand mit drei Einzelblüten mit leichtem Dufte sitzen der 35 cm hohen Pflanze auf. Kräftige, dicke Wurzeln dringen in die Karren ein. Und doch weist auch sie ein hervorragendes, charakteristisches Merkmal der Unterernährung in der Infloreszenz auf. Haben wir doch bei einer Anzahl Blütenstände nicht wie gewöhnlich drei Blütenköpfe einem Zweige aufsitzend, sondern nur einen entwickelten Blütenkopf, während die beiden anderen in rudimentärem Zustande in den Achseln der Deckblätter sitzen. Diese rudimentären Anlagen finden wir nun weder bei *Senecio Kurzii* noch bei den anderen verwandten Arten wie *Senecio Griffithii* Kurz aus den Khasia-Hügeln. Wir sehen also hier eine direkte edaphische Wirkung des Kalkes auf die Fortpflanzung.

Nicht minder interessant ist das Vorkommen zweier Plumbaginaceen: eine — bereits bekannt und als *Ceratostigma asperinum* Stapf beschrieben — ist eine typische Karrenfeldpflanze mit dickem, behaartem, wetterhartem Stamm und Blatt, die andere aber von mir *Ceratostigma Stapfianum* genannt, ermangelt dieses Habitus völlig, hat vielmehr ganz dünne, unterseits ebenfalls grüne Blätter und ist fast ganz kahl. Die erste resistente Art ist die formationsbildende Pflanze des ganzen weiten Karrenfeldes; die zweite Art ist verhältnismäßig selten. Sind dies nun wirklich verschiedene Pflanzen? Nach dem heutigen Stand unserer systematisch botanischen Kenntnisse muß man es annehmen, bevor man mit ihr Vererbungsversuche gemacht hat. Vielleicht wird man dann ein »Mendeln« feststellen können. Für alle Fälle sehen wir, daß die schlechter ausgerüstete Form von der typischen Karrenfeldpflanze allenthalben vertrieben worden ist oder gegen sie nicht aufkommen konnte.

Zwischen diesen Pflanzen finden wir außer *Senecio Craibianus* Hoss. noch eine Anzahl anderer Compositen, so *Inula rubicaulis* C. B. Clarke, *Anaphalis margaritica* Bth. et Hook., *Senecio magensium* C. B. Clarke. Sie alle haben ein wichtiges gemeinsames Merkmal, die weiß-silbern oder graufilzige Unterseite der Blätter, die ebenfalls eine zu starke Verdunstung verhüten soll. Am schärfsten ist dies bei einer neuen Gesneracee ausgeprägt, die in ein dichtes Wollkleid eingehüllt ist und außerdem einen starken, dicken Wurzelstock aufweist.

Wir steigen nun direkt an dem karrigen Felsen des Ostgrates — unter angenehmem Klettern — bei guten Griffen bergan. Nach einem Ausbiegen nach rechts, um einer wasserspendenden Liane einige Tropfen Wasser zu entnehmen, kommen wir nach zweistündigem Steigen am Gipfel I (2180 m ü. d. M.) an. Der Aufbau des Massives ist ganz ungeahnt. In offener Hufeisenform erstrecken sich von Ost nach West und Südwest ungefähr 20 getrennte Einzelgipfel mit wechselnder Höhe. Die südöstlichste Spitze, auf der wir stehen, ist einer der 3 Eckpfeiler des geschlossenen Hufeisens. Die offene Seite liegt nach Südwest. Zur Rechten, also nach Süden, stürze

die Felsen steil zum Tal ab, nach Norden zu aber werden sie nach 150 bis 200 m steilen Abfalles von einem Hochplateau aufgefangen, in das auch die Felsen der anderen Gipfel sich verlieren. Dicht mit Urwald bestanden, bietet es manchem Raubtier, so vor allem den Tigern, Unterschlupf. Doch nicht alles unter uns ist undurchdringbar. Ein breiter, völlig unbewachsener, karriger Wall zieht sich einerseits von Norden nach Süden, anderseits von Südwest nach Nordost und teilt das Hauptplateau in einen großen und zwei kleine Abschnitte. Hinter und unter dem Hauptwalle nach Westen liegt eine zweite Waldterasse, die scheinbar ebenso steil nach Westsüdwest abstürzt, wie unsere zuerst zu überschreitende Terasse auf der entgegengesetzten Seite. Sie ist zu beiden Seiten von Einzelgipfeln eingerahmt.

Ich bestieg zuerst den 2220 m hohen höchsten Punkt des Doi Djieng Dao, den ich auf meiner Kartenskizze als »Bismarckgipfel« eintrug. Dann besuchte ich über Gipfel II, Gipfel III. Der Übergang brachte einige sehr interessante, botanische Funde. Während auf dem ganzen Wege bisher der Mangel an baumbewohnenden Pflanzen aufgefallen war, traf ich hier mit einem Male eine ganze Anzahl, so fand ich auf einer schirmförmig gewachsenen 3 m hohen Verbenacee, *Viburnum atrocyaneum* C. B. Clarke mit lieblich duftenden Blüten *Agapetes Hosseana* Diels. Im Gegensatz zu den Pflanzen der gleichen Art auf dem Gipfel des 1675 m hohen Doi Sutäp und des 2580 m hohen Doi Intanon der Doi Anga-Kette wiesen die Exemplare hier stark eingerollte Blattränder und einen 15 cm langen, 5 cm dicken Wurzelstock auf. Daneben stand auf karrigem Kalkfels ein weiß-rosa blühender, zart duftender Strauch, *Rhododendron Ludwigianum* Hoss. Der $1\frac{1}{2}$ m hohe Strauch, der zurzeit fast ohne Blätter war, also eine laubwerfende Rhododendronart, weist Knospen mit braunen Schutzblättern auf, die im Jugendstadium dunkellila sind. Auch hier ist der Stamm, an dem die großen Blüten sitzen, stark verzweigt. Die Blüte selbst zeigt ebenfalls eine äußerst interessante Anpassung an das Kalksubstrat, ist sie doch dicht mit weißen Haaren besetzt. Den Reigen schließen eine unbestimmbare Rose und eine Brombeere, *Rubus lasiocarpus* Sm. Diese sind die beiden einzigen Pflanzen, bei denen ich stärkere Stachelentwicklung als gewöhnlich als edaphische Wirkung feststellen konnte. Ich möchte dies speziell erwähnen, da Warburg[1]) auf fast humusfreien Kalkfelsen in dem Monsungebiet, wenn dieselben nur hinreichend zerklüftet waren, eine mannigfache primäre Waldvegetation, die hauptsächlich aus z. T. mit Dornen ausgerüsteten Büschen bestand, gefunden hat. Auch *Buddleia macrostachya* Benth., die hier $2\frac{1}{2}$ m hoch steht, hat silbergraue Blattunterseite und duftende, von Bienen besuchte Blüten.

Ich mußte jetzt, um zum Gipfel III zu gelangen, abwärts steigen, da

1) A. F. W. Schimper l. c. p. 407.

stand eine der hohen Palmen, deren Vorkommen mich schon unten in Staunen versetzte, und etwas davon entfernt auch *Quercus incana* Roxb. Die Lösung des Rätsels war bald gefunden: eine reichliche Schicht Terra rossa! Das Vorkommen der Epiphyten, die hier trefflich gediehen, war erklärt. Außer *Agapetes Hosseana* fand ich hier die Orchideen *Bulbophyllum comosum* Coll. und *Coelogyne nitida* Ldl., an üppig gedeihenden Sträuchern: *Plectranthus menthoides* Benth., *Pl. racemosus* und *Strobilanthus erectus* C. B. Clarke, *St. lilacinus* C. B. Clarke, beides letztere neue voraussichtlich ebenfalls endemische Arten.

Am Gipfel III fand ich dann wieder die stark an den karrigen Kalkfels angepaßte $1\,{}^1/_2$ m hohe, strauchige *Pertya Hossei* Craib. n. sp., sowie den sehr stacheligen *Rubus lasiosarpus* mit Bienen umschwärmten, wohlriechenden Blüten.

Auf ein markantes, negatives Merkmal, das Fehlen der sonst allenthalben üppig gedeihenden *Pinus khasya* habe ich bereits an anderer Stelle hingewiesen. Wir sehen also auch in den tropischen Gebirgen Hinterindiens in der Kiefer einen im allgemeinen Kalk fliehenden Baum vor uns. Ich möchte hier noch eine weiter auffallende Tatsache mitteilen, das ist die versagende Wirkung des Nord-West-Monsuns auf den Höhen des Doi Djieng Dao. Während meines mehrtägigen und öfteren Aufenthalts auf dem Gipfel des Doi Sutäp[1]) beobachtete ich an den Bäumen, daß diese eine einseitige, unseren alpinen Wetterfichten vergleichbare Form aufwiesen. Nur die Äste der Südostseite waren in den Kronen erhalten, während die der Nordwestseite infolge des Windes abgebrochen waren. Ebenso wies das Alang-Alang (Lalang) Gras und eine Anzahl Sträucher den gleichen Habitus auf, wie sich dies auch an einer Anzahl meiner photographischer Aufnahmen feststellen läßt.

An den Bäumen des Doi Djieng Dao war nun von dieser physikalischen Wirkung des Windes nichts zu bemerken. Der Grund hierfür ist in dem schirmförmigen, niederen, stark verästelten Bau der Bäume zu suchen, der auf die Einwirkung des Kalksubstrates zurückzuführen ist. Wir finden gleiche Erscheinung auch in reinen Savannen oder Dornen-Savannen, in denen der Habitus der Bäume ebenfalls trophisch begründet ist.

Bevor wir die auffallendsten Erscheinungen der Vegetation in diesem tropischen Karrengebiet zusammenfassen, sei hier noch kurz der zu eingangs erwähnten karrigen Gebilde im Innern des Doi Djieng Dao gedacht. Die Höhlen, die ich über $^3/_4$ Stunden ins Innere verfolgte, spielen in der Mythe eine große Rolle, sollen sie doch der Eingang in das Reich der Dewahs, den Gnomen Kaiser Karls oder Kaiser Barbarossas im Untersberg bei Bad Reichenhall vergleichbar, sein. Vor der von Ungeheuern bewachten Freitreppe erheben sich Phradjedis und Wats (Tempel) in phan-

1) C. C. Hosseus, »Beiträge zur Flora des Doi Sutäp«, Beibl. Bot. Jahrb. XL (1908) S. 92 und »Vegetationsbilder aus Siam«, »Globus« Bd. XLVI Nr. 10 u. 11.

tastisch-leichtvergänglicher Pracht am klaren, von Tausenden von Fischen wimmelnden Kalksee, der aus dem Felsinnern, das wir gleich betreten, immer frisches Sickerwasser erhält, von Mai Kei (einer Euphorbiacee, *Homoia riparia* Lour.), Mai Djik (*Barringtonia acutangula* Gaertn.), wilden Bananenbäumen und Weiden umrahmt. Im Innern der geräumigen ersten Höhle bieten herrliche, von der Decke herabhängende Kalksinter dem Kulte des Nirwana einen hehren Rahmen. Auf schwankendem Bretterboden geht es zuerst über in der Tiefe rauschendes Wasser dahin, dann betreten wir festen Kalkboden. Es sind die vollendetsten spitzigen, rissigen und plattigen Karren, die ich je gesehen habe. Hin und wieder heißt es kriechend eine weitere, von Kalkkrystallen glitzernde Grotte, die sich dann in mehrere Ausgänge verliert, erreichen. Überall sind Karren oder karrige Gebilde. Nach der Definition für Karren, die wohl am einwandfreiesten von M. Eckert gegeben, handelt es sich bei ihnen nur um »Oberflächenerscheinungen«. Dies dürfte für Karrenfelder wohl auch zutreffen, nach meinen Beobachtungen im Innern des Doi Djieng Dao müßte aber für Karren der Begriff wohl erweitert werden. Es würde aus dem Rahmen dieser Arbeit fallen, näher darauf einzugehen; ich möchte mir die Begründung dieser Ansicht für später vorbehalten.

Wenn wir zusammenfassen, in welcher Weise sich die Pflanzenwelt an die Karren und Karrenfelder angepaßt hat, so finden wir:

1. verholzten, kurzen, gedrungenen Stamm der perennierenden Kräuter,
2. reduzierte Blattbreite, mit Einrollen der Blätter,
3. weißfilzige Blattunterseite,
4. große Blüten mit leuchtenden Farben, zumeist mit angenehmem Duft,
5. starke Behaarung der meisten Pflanzenteile,
6. vermehrte Stacheln (sicher nur bei einer Rubusart beobachtet),
7. Knospen mit Schutzblättern,
8. verdickte Wurzeln.

Auf den karrigen Gebilden, die einen Baumwuchs zulassen, außer diesen Eigenschaften:

1. sukkulente Formen, so *Euphorbia*,
2. reduzierten, schirmförmigen Wuchs,
3. starke Verästelung,
4. autonome Variationsbewegungen der Griffel als Bestäubungsanlocker.

Auf dem zerklüfteten, anstehenden, oft rilligen Nummulitenfels dazu:

1. eine Aufspeicherung von Wasser in den Internodien der Bambusstauden und bei Palmenlianen.

Daß ein Teil der Pflanzen in den wasserarmen Karrenfeldern unterernährt ist, beweist die Tatsache, daß ein Teil der Blüten von *Senecio Craibianus* sich nicht entwickeln kann und deshalb nur rudimentäre Blütenanlagen vorhanden sind.